

METHOD AND DEVICE FOR MELTING GLASS USING AN INDUCTION-HEATED CRUCIBLE WITH COOLED CRUST

Publication number: WO03031355

Publication date: 2003-04-17

Inventor: ROEMER HILDEGARD (DE); LEISTER MICHAEL (DE); KOLBERG UWE (DE); MENNEMANN KARL (DE); RAEKE GUIDO (DE); SCHAEFER ERNEST WALTER (DE); NUETTGENS SYBILLE (DE); OHMSTEDE VOLKER (DE)

Applicant: SCHOTT GLAS (DE); ZEISS STIFTUNG (DE); ROEMER HILDEGARD (DE); LEISTER MICHAEL (DE); KOLBERG UWE (DE); MENNEMANN KARL (DE); RAEKE GUIDO (DE); SCHAEFER ERNEST WALTER (DE); NUETTGENS SYBILLE (DE); OHMSTEDE VOLKER (DE)

Classification:

- international: C03B1/02; C03B3/00; C03B5/02; C03B5/18; C03B5/187; C03B5/193; C03B1/00; C03B3/00; C03B5/00; (IPC1-7): C03B5/02

- european: C03B1/02; C03B3/00; C03B5/02B; C03B5/18; C03B5/187; C03B5/193

Application number: WO2002EP11006 20021001

Priority number(s): DE20011048754 20011002

Also published as:

EP1432654 (A1)
US2005039492 (A1)
EP1432654 (A0)
CN1639075 (A)
AU2002350474 (A1)

more >>

Cited documents:

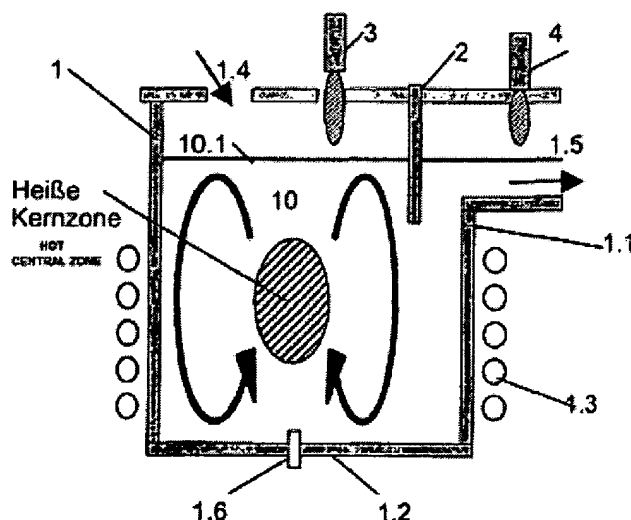
FR2589228
FR2561761
GB627863
EP1078890
DE19939785

more >>

[Report a data error here](#)

Abstract of WO03031355

The invention concerns a method and a device for rapid melting of glasses, in particular aggressive and/or hard high purity glasses, in a crucible with cooled crust (1). According to said method, high frequency energy is injected into the content of the crucible to heat the molten glass by means of a spool system (1.3) surrounding the cooled crust crucible (1), the frit is supplied (1.4) and the molten glass is evacuated (1.5) in the upper part of the crucible and the non-dissolved frit particles are retained by means of a cooled bridge (2) which is immersed in the molten glass. The invention is characterized in that the glass is evacuated above the spool system (1.3) and it is conveyed towards the subsequent treatment stations without passing through the spool zone. This provides the advantage that the connection between the melting unit and the subsequent treatment stations can be done by using simple and standard structural elements and the type of junction can be selected such that the quality of the glass is not altered as a result of a non optimal junction technique.



BEST AVAILABLE COPY

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
17. April 2003 (17.04.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/031355 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: C03B 5/02

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/11006

(22) Internationales Anmeldedatum:
1. Oktober 2002 (01.10.2002)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
101 48 754.1 2. Oktober 2001 (02.10.2001) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von AU, GB, IE, IL, IN, JP, KP, KR, NZ, SG, US, ZA): **SCHOTT GLAS** [DE/DE]; Hattenbergstrasse 10, 55122 Mainz (DE).

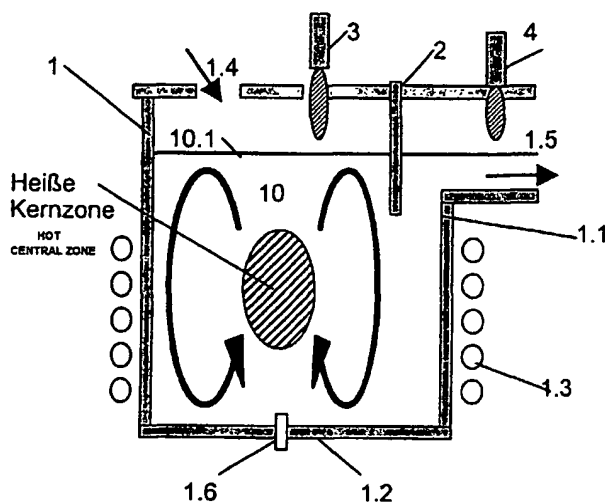
(71) Anmelder (nur für AU, BB, BF, BJ, BZ, CF, CG, CI, CM, GA, GB, GD, GE, GH, GM, GN, GQ, GW, IE, IL, IN, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, MG, ML, MN, MR, MW, MZ, NE, NZ, SD, SG, SL, SN, SZ, TD, TG, TT, TZ, UG, VN, ZA, ZM, ZW): **CARL-ZEISS-STIFTUNG TRADING AS SCHOTT GLASS** [DE/DE]; Hattenbergstrasse 10, 55122 Mainz (DE).

(71) Anmelder (nur für BB, BF, BJ, BZ, CF, CG, CI, CM, GA, GD, GE, GH, GM, GN, GQ, GW, JP, KE, KG, KZ, LC, LK, LR, LS, MG, ML, MN, MR, MW, MZ, NE, SD, SL, SN,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR MELTING GLASS USING AN INDUCTION-HEATED CRUCIBLE WITH COOLED CRUST

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM SCHMELZEN VON GLAS MITTELS EINEM INDUKTIONS-BEHEIZTEN SKULLTIEGEL



(57) Abstract: The invention concerns a method and a device for rapid melting of glasses, in particular aggressive and/or hard high purity glasses, in a crucible with cooled crust (1). According to said method, high frequency energy is injected into the content of the crucible to heat the molten glass by means of a spool system (1.3) surrounding the cooled crust crucible (1), the frit is supplied (1.4) and the molten glass is evacuated (1.5) in the upper part of the crucible and the non-dissolved frit particles are retained by means of a cooled bridge (2) which is immersed in the molten glass. The invention is characterized in that the glass is evacuated above the spool system (1.3) and it is conveyed towards the subsequent treatment stations without passing through the spool zone. This provides the advantage that the connection between the melting unit and the subsequent treatment stations can be done by using simple and standard structural elements and the type of junction can be selected such that the quality of the glass is not altered as a result of a non optimal

junction technique.

(57) Zusammenfassung: Es werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zum schnellen Einschmelzen insbesondere hochreiner aggressiver und/oder hochschmelzender Gläser in einem Skultiegel (1) beschrieben, bei welchen zur Beheizung der Schmelze mittels einer den Skultiegel (1) umgebenden Spulenordnung (1.3) Hochfrequenzenergie in den Tiegelinhalt eingekoppelt wird und das Auflegen des Gemenges (1.4) und das Abführen (1.5) des aufgeschmolzenen Glases im oberen Tiegelbereich erfolgen und unaufgelöste Gemengebestandteile mittels einer gekühlten Brücke (2), die in die Schmelze eintaucht, zurückgehalten werden. Erfindungsgemäss wird das Glas oberhalb der Spulenordnung (1.3) abgezogen und ohne den Spulenbereich zu durchströmen der Weiterverarbeitung zugeführt wird. Dies hat den Vorteil, dass für die Verbindung der Einschmelzeinheit mit den weiterverarbeitenden Stationen einfache, konventionelle Bauteile verwendet und die Art der Verbindung so ausgewählt werden kann, dass Beeinträchtigungen der Glasqualität durch eine nicht optimale Verbindungstechnik vermieden werden können.

WO 03/031355 A1



SZ, TD, TG, TT, TZ, UG, VN, ZM, ZW): **CARL-ZEISS-STIFTUNG** [DE/DE]; 89518 Heidenheim an der Brenz (DE).

GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(72) **Erfinder; und**

(75) **Erfinder/Anmelder (nur für US): RÖMER, Hildegard** [DE/DE]; Heidegasse 9, 61184 Karben (DE). **LEISTER, Michael** [DE/DE]; Am Wäldchenloch 9, 55257 Budenheim (DE). **KOLBERG, Uwe** [DE/DE]; Flösserweg 1, 55252 Mainz-Kastel (DE). **MENNEMANN, Karl** [DE/DE]; Chattenpfad 11, 65232 Taunusstein (DE). **RÄKE, Guido** [DE/DE]; Waldlaubersheimer Strasse 34, 55452 Rummelsheim (DE). **SCHÄFER, Ernest, Walter** [DE/DE]; Obergasse 7, 55576 Welgesheim (DE). **NÜTTGENS, Sybille** [DE/DE]; Sandweg 9, 60316 Frankfurt (DE). **OHMSTEDE, Volker** [DE/DE]; An den Frankengräbern 13, 55129 Mainz (DE).

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

(74) **Anwalt: HERDEN, Andreas**; Blumbach, Kramer & Partner GbR, Alexandra Strasse 5, 65187 Wiesbaden (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten (national):** AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM SCHMELZEN VON GLAS MITTELS EINEM INDUKTIONSBEHEIZTEN SKULLTIEGEL

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum schnellen Einschmelzen insbesondere hochreiner, aggressiver und hochschmelzender Gläser in einem Skultiegel, bei welchem zur Beheizung der Schmelze mittels einer den Skultiegel umgebenden Spulenanordnung Hochfrequenzenergie in den Tiegelinhalt eingekoppelt wird, und das Auflegen des Gemenges und das Abführen des aufgeschmolzenen Glases im oberen Tiegelbereich erfolgen, und unaufgelöste Gemengebestandteile mittels einer gekühlten Brücke, die von oben her wenigstens teilweise in die Schmelze eintaucht, zurückgehalten werden.

Aggressive Gläser mit der Anforderung an hohe Reinheit werden heute diskontinuierlich in Platintiegeln oder kontinuierlich in Platinwannen geschmolzen. Dabei bestehen sowohl die Einschmelzwanne als auch die Läuterwanne und die Homogenisierungswanne aus Platin. Diese Schmelztechnologie ist aufgrund der hohen Kosten des Edelmetalls als auch der kurzen Standzeiten solcher Platinaggregate nachteilig. Insbesondere der Bereich des Einschmelzens, wo Gemengereaktionen ablaufen, ist starker Korrosion ausgesetzt und damit bezüglich der Standzeiten oft das begrenzende Bauteil einer Platinwanne. Bedingt durch die

Beheizungstechnologie über die Platinwandung und die Stabilität des Platins sind mit solchen Aggregaten nur maximale Durchsätze von kleiner 1 t pro Tag möglich bei einem Volumen der Einschmelzwanne bzw. -tiegel von 90 l.

5

Bekannt sind neben Platineinschmelzaggregaten auch sogenannte Skulptertiegel, die aus wassergekühlten, beabstandet zueinander angeordneten Metallrohren aufgebaut sind und in denen die Schmelze mittels Induktionsspulen, die den Tiegel umgeben, durch Einstrahlung von Hochfrequenzenergie beheizt wird. Solche Einschmelzaggregate haben den Vorteil, dass sich im Randbereich des Tiegels durch die Wasserkühlung zwangsweise eine Schutzschicht aus arteigenem Material ausbildet, die die Schmelze in Form eines arteigenen Tiegels umgibt und somit vor Verunreinigungen schützt.

15

Aus PETROV, YU. B. ET AL.: „continuous casting glass melting in a cold crucible induction furnace“, XV INTERNATIONAL CONGRESS ON GLASS 1989, PROCEEDINGS, Bd. 3a, 1989, Seiten 72 - 77, ist ein Tiegel der genannten Art zum Einschmelzen hochreiner Gläser bekannt. Bei diesem Tiegel wird das Gemenge im oberen Tiegelbereich zugeführt und das Glas ebenfalls im oberen Tiegelbereich abgezogen. Gemenge und Auslaufbereich sind durch eine gekühlte Brücke, die tief in die Schmelze eintaucht, um unaufgelöste Gemengebestandteile zurückzuhalten, voneinander getrennt. Das aufgeschmolzene Glas wird am oberen Tiegelrand über eine innerhalb der Spule angeordnete Überlaufrinne abgezogen und fällt in Form eines Glasstrangs zwischen Tiegelwandung und Spuleninnenradius nach unten.

25

Die Schrift gibt keine Auskunft darüber, auf welche Art und Weise der Glasstrang aufgefangen und der Weiterverarbeitung zugeführt wird. Es liegt jedoch auf der Hand, dass bei der beschriebenen Anordnung die Möglichkeiten der Verbindung der

30

35

Schmelzeinheit mit den weiterverarbeitenden Einheiten sehr beschränkt sind. Zudem ist bei der bekannten Verfahrensführung damit zu rechnen, dass die Glasmenge im Glasstrang zeitlichen Schwankungen unterliegt, so dass
5 allenfalls nur eine quasikontinuierliche Prozessführung möglich ist. Ein weiterer Nachteil ist, dass die Fallhöhe des Glasstrangs sehr groß sein muss, da das Glas wenigstens die gesamte Spulenhöhe durchfallen muss, bevor es in einer außerhalb der Spule angeordneten Rinne oder Wanne aufgefangen
10 werden kann. Als Folge hiervon ist damit zu rechnen, dass Blasen in die Schmelze eingeschlagen werden und die Schlierenqualität verschlechtert wird. Die Abkühlung des Glases im Glasstrang kann weiterhin bei hochschmelzenden Gläsern problematisch sein. Diese Problematik kann darin
15 bestehen, dass das Glas nicht geführt wird und es dadurch zum Spritzen des Glases kommen kann. Weiterhin können elektrische Überschläge zwischen Spule und Glasstrang oder zwischen Glasstrang und Tiegel auftreten, die zur Zerstörung der Spule oder/ und des Tiegels führen können.

20 Aufgabe der Erfindung ist, ein Einschmelzverfahren bzw. Vorrichtung der bekannten Art so weiterzubilden, dass zur Anbindung der Einschmelzeinheit an die weiterverarbeitenden Stationen einfache, möglichst konventionelle Bauteile
25 verwendet und Beeinträchtigungen der Glasqualität durch eine nach dem Stand der Technik zwingend vorgegebene Verbindungstechnik vermieden werden.

Diese Aufgabe wird mit einem Verfahren nach Anspruch 1 und
30 mit einer Vorrichtung nach Anspruch 8 gelöst.

Es hat sich in überraschender Weise gezeigt, dass es für ein gleichmäßiges Aufschmelzen des Tiegelinhalts nicht unbedingt erforderlich ist, das gesamte Schmelzvolumen, so wie aus dem
35 Stand der Technik bekannt, innerhalb der Induktionsspule

anzuordnen - eine Maßnahme, die im Stand der Technik dazu dienen soll, die Hochfrequenzenergie möglichst gleichmäßig in das gesamte Schmelzvolumen einzutragen, die aber andererseits dazu führt, dass die Verbindung des Schmelztiegels aufgrund
5 der störenden Spulenanordnung mit der nächsten Einheiten der Weiterverarbeitung mit konventionellen Bauteilen nicht möglich ist.

Gemäß der Erfindung ragt der Glasstand in dem Tiegel
10 wenigstens so weit über das obere Ende der Spulenanordnung hinaus, dass der Glasauslauf vollständig oberhalb der Spulenanordnung angeordnet werden kann. Weiterhin ragt das äußere Ende des Glasauslaufs über den Außenradius der Induktionsspule hinaus. Damit ist das Glas, ohne den
15 Spulenbereich zu durchströmen, der Weiterverarbeitung zuführbar. Die Verbindung des Schmelztiegels mit der nächsten Weiterverarbeitungseinheit ist, da keine störenden Spulen im Weg sind, in einfacher und kostengünstiger Weise mit konventionellen Bauteilen möglich. Bezüglich der Auswahl der
20 nachfolgenden Bauteile bestehen keinerlei Beschränkungen, so dass bei der Auswahl einer geeigneten Verbindungstechnik mögliche Beeinträchtigungen der Glasqualität durch die Art der Verbindung gering gehalten werden können.

25 Dass es bei der erfindungsgemäßen Verfahrensführung bzw. Vorrichtung zu keiner nennenswerten Abkühlung der Schmelze oberhalb des Spulenbereichs kommt, überrascht. Eine wesentliche Rolle scheinen hierbei die Beheizungsart und die dadurch induzierten Konvektionsströmungen zu spielen. Durch
30 die Hochfrequenzbeheizung wird die heißeste Zone im Glas mitten im Schmelzvolumen in der Mitte der Spulengeometrie erzeugt. Die Tiegelwände sind dagegen durch die Wasserkühlung kalt. Als Folge hiervon scheint sich eine starke Konvektionswalze auszubilden, die große Wärmemengen aus dem
35 heißen Kern in die oberen kälteren Bereiche des

Schmelzvolumens transportiert (siehe hierzu Figur 1). Die Ausbildung der Konvektionswalze kann, wie weiter unten noch erläutert wird, durch zusätzliches Bubbling noch unterstützt werden.

5

Es hat sich gezeigt, dass dieser Effekt noch durch den Einsatz der gekühlten Brücke verstärkt werden kann. Schmelze, die in den Bereich der gekühlten Brücke gelangt, wird von dieser gekühlt und sinkt nach unten in Richtung Boden ab. Es bildet sich eine Abwärtsströmung aus, die in der Schmelze offensichtlich eine Art „Kälte-“ bzw. „Strömungsvorhang“ erzeugt. Dieses Verhaltens verstärkt ebenfalls die Umwälzung der gesamten im Schmelzbereich des Tiegels befindlichen Schmelze. Brücken an sich sind in der Schmelztechnik bekannt und werden üblicherweise dazu eingesetzt, unaufgelöste Gemengebestandteile am direkten Durchströmen zum Glasauslauf hin zu hindern. Zusätzlich zu ihrer rein mechanischen Trennwirkung zwischen Einschmelz- und Auslaufbereich trennt die wassergekühlte Brücke gemäß der Erfindung die beiden Bereiche somit auch noch thermisch durch die Ausbildung des beschriebenen „Kälte-“ bzw. „Strömungsvorhanges“. Die Trennwirkung der Brücke reicht damit viel weiter in das Glasvolumen hinein als es ihren geometrischen Ausmaßen entspricht.

25

Wesentlich für die Erfindung ist, dass dieser Effekt bereits bei nur geringen Eintauchtiefen der Brücke auftritt. Zu große Eintauchtiefen der gekühlten Brücke könnten bei dem erfindungsgemäßen Verfahren bzw. Vorrichtung, da der obere Bereich des Schmelzvolumens wie auch der Glasauslauf oberhalb des Bereichs der Hochfrequenzenergieeinstrahlung liegen, zum Einfrieren des Glasauslaufs führen.

Nachfolgend wird die Erfindung an Hand der Figuren näher erläutert:

35

Es zeigen:

- Figur 1 in schematischer Darstellung in einem
Vertikalschnitt einen Einschmelztiegel gemäß
5 der Erfindung (mit Darstellung der
Konvektionswalzen und der heißen Kernzone);
Figuren 2a und b zwei verschiedene Ausführungsformen für
die Bodenplatte eines Skulttiegels;
Figuren 3a,b,c in schematischer Darstellung in Draufsicht
10 drei bevorzugte Ausführungsformen für die
Ausführung und Anordnung der gekühlten Brücke
gemäß der Erfindung;
Figur 4 in schematischer Darstellung in einem
Vertikalschnitt eine gekühlte Brücke in einer
15 bevorzugten Ausführungsform;
Figur 5a,b in schematischer Darstellung in Vorder- und
Seitenansicht die Anordnung der elektrischen
Kurzschlussverbindungen im Auslaufbereich;
Figur 6 in schematischer Darstellung in Draufsicht von
20 oben ein Einschmelztiegel gemäß der Erfindung
mit zwei Ausläufen;
Figur 7a in schematischer Darstellung in Seitenansicht
eine Wanne mit direkter Verbindung zwischen
HF-Einschmelztiegel und Platinrinne zur
25 kontinuierlichen Prozeßführung;
Figur 7b in schematischer Darstellung in Seitenansicht
eine Wanne mit freifallendem Glasstrang
zwischen dem HF-Einschmelztiegel und der
Platinrinne.

30

Figur 1 zeigt eine Einschmelzvorrichtung gemäß der Erfindung mit einem Skulttiegel 1. Der Skulttiegel 1 umfasst bei der dargestellten Ausführungsform eine zylindrische Tiegelwandung 1.1.

Nachfolgend werden Details des Tiegelaufbaus beschrieben, die aber zur besseren Übersichtlichkeit in der Figur nicht alle dargestellt sind:

5

Die Tiegelwandung 1.1 ist aus einem Kranz von vertikalen, oben und unten mäanderartig miteinander verbundenen Metallrohren aufgebaut. Auch der Tiegelboden 1.2 kann aus Metallrohren oder -segmenten bestehen, oder aber auch aus
10 Feuerfestmaterial.

Die Metallrohre sind an wenigstens eine Kühlmittelzufuhr bzw. Kühlmittelabfuhr angeschlossen. In der Regel wird Wasser als Kühlmittel eingesetzt. Die Kühlmittelführung ist gemäß der
15 Anordnung der Metallrohre mäanderförmig. Je nach Tiegelgröße können mehrere Kühlmittelkreisläufe zur Kühlung einzelner Ringsegmente vorgesehen sein. Die Metallrohre sind im Bodenbereich des Tiegels bei kleineren Edelstahl-Tiegeln mit einem Volumen bis zu 50 l beabstandet gehalten und nicht
20 miteinander elektrisch leitend verbunden. Bei Kupfertiegeln können auch größere Tiegel bis 100 l mit beabstandeten Rohren ausgeführt sein. Um einen elektrischen Kurzschluss hier zu verhindern, werden beispielsweise Glimmerplättchen zwischen benachbarten Rohren positioniert. Bei Tiegeln mit sehr großen
25 Schmelzvolumina kann es günstig sein, so wie in der DE 199 39 780.5 A1 beschrieben, auch im Bodenbereich einen elektrischen Kurzschluß der Rohre zusätzlich zu positionieren. Am oberen Tiegelende sind alle Rohre miteinander elektrisch
kurzgeschlossen.

30

Der Boden 1.2 des Skulttiegels 1 ist elektrisch von der Tiegelwandung 1.1 isoliert. Dies wird beispielsweise durch eine Quarzal- oder Glimmerplatte erreicht. Es können hier natürlich auch andere elektrisch nicht leitfähige Materialien
35 verwendet werden. Der Boden 1.2 ist ebenfalls gekühlt und

kann, wie in Figur 2 dargestellt, beispielsweise aus
mäanderförmig geführten Rohren 1.2.1 bestehen oder aus
tortenförmig angeordneten metallischen Stücken 1.2.2
aufgebaut sein. Es liegt auf der Hand, dass die Erfindung
5 nicht auf diese speziellen Ausgestaltungen des Tiegels
beschränkt ist. Auch andere Tiegelformen, geometrische
Anordnungen der Metallrohre bzw. Ausgestaltungen des
Tiegelbodens sind von der Erfindung mit umfasst.

10 Die Beheizung des Tiegels 1 erfolgt in üblicher Weise durch
eine Induktionsspule 1.3, die die Tiegelwandung 1.1 umgibt
und über welche Hochfrequenzenergie in den Tiegelinhalt
einkoppelbar ist. In dem Tiegel 1 befindet sich die
Glasschmelze 10. Die Oberfläche der Glasschmelze 10 ist in
15 Figur 1 mit 10.1 bezeichnet.

Der Tiegel weist einen Einlass 1.4 zum Zuführen von Gemenge
und einen Auslauf 1.5 zum Abführen des geschmolzenen Glases
auf.

20 Wesentlich für die Erfindung ist, dass, wie in Figur 1
dargestellt, nur der untere Teil des Tiegels von der
Induktionsspule 1.3 umgeben ist. Der Tiegel 1 ist relativ
zur Spule 1.3 so angeordnet, dass die Schmelze im Tiegel
25 deutlich aus dem Spulenbereich herausragt, d. h. die
Oberfläche 10.1 der Schmelze 10 befindet sich deutlich
oberhalb des oberen Endes der Induktionsspule 1.3. Ebenso ist
der Glasauslauf 1.5 oberhalb des oberen Spulenendes
angeordnet und reicht über den äußeren Radius der
30 Induktionsspule hinaus. Dadurch ist gewährleistet, dass die
Schmelze außerhalb des von der Induktionsspule 1.3
umschlossenen Bereichs, d. h. ohne den Spulenbereich zu
durchströmen, abgezogen und den Weiterverarbeitungseinheiten
zugeführt werden kann. Der Glasauslauf 1.5 kann, da die
35 Verbindungsstelle außerhalb des Induktionsspulenbereichs

liegt, in einfacher Weise mittels konventioneller Bauteile mit beliebigen weiterverarbeitenden Einheiten verbunden werden.

- 5 Ein weiteres erfindungswesentliches Merkmal ist die Anordnung einer Brücke 2 im oberen Teil des Tiegels 1. Die Brücke 2 taucht wenigstens teilweise in die Schmelze ein und trennt so den Gemengebereich vom Überlauf- und Auslaufbereich. Geringe Eintauchtiefen reichen bereits aus, um den eingangs erwähnten
10 Strömungsvorhang auszubilden.

Die richtige Dimensionierung von Tiegel, Auslauf und Brücke und deren Anordnung relativ zueinander hängt vom Einzelfall ab und kann vom Fachmann jederzeit mittels einiger einfacher
15 Routineexperimente leicht ermittelt werden. Bei einem Skulttiegel mit einem Füllvolumen von 30 l haben sich folgende Werte für die Positionierung der Brücke, der Spule und des Glasauslaufs als günstig erwiesen: Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, die Brücke so tief in die Glasschmelze
20 eintauchen zu lassen, dass sich ihr unteres Ende etwa 1 bis 2 cm unterhalb des Bodens des Glasauslaufs 1.5 befindet. Damit ist auf jeden Fall gewährleistet, dass unaufgelöste Gemengebestandteile nicht unter der Brücke durch und zum Auslauf hin strömen können. Dabei sollte sich die Brücke
25 vorteilhafterweise aber immer noch oberhalb der Induktionsspule befinden, vorzugsweise etwa 1 cm. Stärker bevorzugt sollte der Abstand zwischen unterem Ende der Brücke und oberem Ende der Spule 2 cm betragen. Prinzipiell kann das Brückenende auch bis in den Spulenbereich hineinragen. Dabei
30 ist jedoch zu beachten, dass das Hochfrequenzfeld um so mehr verdrängt wird, je tiefer die Brücke in den Spulenbereich eintaucht, mit der Folge, dass die Ankopplung sinkt und die Schmelze im Auslaufbereich einfrieren kann.

Der Glasstand im Auslauf sollte wenigstens 2 cm betragen. Andernfalls besteht auch hier die Gefahr des Einfrierens der Schmelze.

- 5 Das äußere Ende des Glasauslaufs sollte mindestens 2 cm über den äußeren Umfang der Spule hinausragen. Wird dieser Wert unterschritten, muss für eine elektrische Isolierung der sich an den Glasauslauf anschließenden Systeme gesorgt werden.
- 10 Generell gilt, dass die Geometrie der Brücke 2 variieren kann. Figur 3 zeigt drei verschiedene bevorzugte Ausführungsformen für eine Brücke. Dargestellt sind jeweils in Draufsicht der zylindrische Skulttiegel 1 mit Glasauslauf 1.5 und eine bevorzugte Variante der Brücke 2.
- 15 kann einen geraden (Figur 3a), eckigen (Figur 3b) oder gebogenen (Figur 3c) Querschnitt aufweisen.

Man erkennt in Figur 3a, dass bei der „geraden“ Ausführungsform der Brücke 2 sogenannte „tote“ Bereiche 10.3

20 der Schmelze 10 auftreten, die durch die Brücke vom Einschmelzbereich abgetrennt werden. In diesen toten Bereichen 10.3 ist das Verhältnis von durch die Hochfrequenzstrahlung zugeführter zu durch die Kühlung abgeführter Energie sehr ungünstig und es besteht die Gefahr

25 des Einfrierens der Schmelze. Zudem steht diese Fläche dem Aufschmelzbereich nicht zur Verfügung, was zu Lasten der Schmelzleistung geht. Bei kleinen Tiegeln ist dieser Effekt gering, so dass sich bei diesen Tiegeln der Einfachheit halber dennoch die Verwendung einer geraden Brücke empfiehlt.

30 Geht man zu größeren Schmelzvolumina über (>70 l) ist es zweckmäßig, Maßnahmen zu ergreifen, um diese Bereiche dem Einschmelzbereich wieder zuzuführen. Mögliche Lösungen zeigen die runde und die eckige Brücke der Figuren 3b und c. Die „toten“ Bereiche 10.3 sind bei diesen Ausführungsformen

deutlich verkleinert, wobei die eckige Variante den Vorteil bietet, dass sie konstruktiv leichter zu realisieren ist.

Unabhängig von der speziellen Ausführungsform muss die Brücke
5 2 ebenfalls wie die gesamte Tiegelwandung 1.1 aus gekühlten, vorzugsweise metallischen Bauteilen aufgebaut sein. Um die Hochfrequenz möglichst wenig zu beeinflussen, ist die Brücke 2 vorzugsweise, so wie in Figur 4 dargestellt, aus einzelnen, in bezug auf die Kühlmittelführung mäanderförmig angeordneten
10 Rohren 2.2 aufgebaut, die an ihre oberen Enden noch elektrisch leitend miteinander verbunden sind. Hier erfolgt auch mit Hilfe eines elektrischen Kontakts (Metallverbindung) zwischen der Brücke und dem restlichen Skulttiegel ein elektrischer Kurzschluss sowohl aller Rohre 2.2 der Brücke 2
15 bzw. der Brückenteile untereinander als auch mit dem Skulttiegel 1 selbst.

Der Einschmelztiegel 1 und die Brücke 2 können in bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung aus Edelstahl, Platin, Kupfer
20 oder Aluminium gefertigt sein. Welches Metall zweckmäßigerweise verwendet wird, hängt von der Zusammensetzung des zu schmelzenden Glases und den Anforderungen an dessen Reinheit ab. Bei Verwendung von Edelstahl oder Kupfer-Skulttiegeln kann die
25 Korrosionsbeständigkeit des Tiegelmaterials auch durch Aufbringen einer Beschichtung aus einem hochtemperaturfesten Kunststoff, dessen Zersetzungstemperatur unterhalb der Temperatur der Beschichtung im Kontaktbereich Beschichtung/Schmelze liegt, verbessert werden. Als
30 Kunststoffmaterialien kommen beispielsweise hochfluorhaltige Kunststoffe, insbesondere PTFE, in Frage. Eine solche Beschichtung hat noch den weiteren Vorteil, dass freiliegende Teile des Tiegels vor dem Angriff durch verdampfende Komponenten aus der Glasschmelze geschützt sind. Die Dicke
35 der Beschichtung ist so zu bemessen, dass die Kühlung durch

die Metallrohre noch dazu ausreicht, die Kontakttemperatur zwischen Beschichtung und Schmelze unterhalb der Zersetzungstemperatur des Kunststoffes zu halten. Eine Beschichtung mit Kunststoff hat den weiteren Vorteil, dass
5 ein Anhaften des Glases an den beschichteten Teilen nicht stattfindet und dass die Überschlagsneigung zwischen den metallischen Skultrohren vermindert wird. Ebenso ist es möglich, einen Tiegel aus einem wenig korrosionsbeständigen Metall mit einem Metall mit höherer Korrosionsbeständigkeit
10 zu beschichten.

In einer bevorzugten Ausführungsform wird der Auslauf 1.5 durch die im oberen Tiegelbereich um 90° abgelenkten gekühlten Rohre des Skulttiegels gebildet. Diese Rohre
15 werden, wie in Figur 5 dargestellt, an ihrem Ende elektrisch leitend miteinander verbunden, so dass auch der Auslaufbereich einen Kurzschlussring I besitzt, der den Auslauf 1.5 selbst und die Brücke 2 mit umschließt. Es hat sich zudem als günstig erwiesen, zusätzlich eine weitere
20 Kurzschlussstrecke II vorzusehen, die alle um 90° abgelenkten Rohre unterhalb des Auslaufs 1.5 miteinander elektrisch leitend verbindet und jeweils noch die beiden den Auslauf auf beiden Seiten begrenzenden, wieder nach oben geführten Rohre mitumfasst. Auf diese Weise wird die Gefahr
25 von HF-Überschlägen zwischen den abgewinkelten Rohren des Überlaufbereiches und den benachbarten nicht abgewinkelten Rohren der Skulttiegelwand minimiert.

Bei Tiegeln, in denen eine größere Aufschmelzleistung eines
30 Glases (>200 ml/min) erreicht wird, können auch mehrere (zwei bis vier) Ausläufe vorgesehen sein. Eine Ausführungsform mit zwei Ausläufen 1.5.1/1.5.2 zeigt Figur 6. Die Ausläufe 1.5.1 und 1.5.2 liegen sich bei diesem Ausführungsbeispiel diametral gegenüber (180°-Abstand). Dies hat den Vorteil,
35 dass die Homogenisierungseinheiten 6 räumlich möglichst weit

voneinander entfernt angeordnet werden können. Auch möglich sind beispielsweise mehrere dichter beieinander liegende Ausläufe (z. B. 90°-Abstand). Diese könnten so nah beieinander angeordnet werden, dass sie mit einer gemeinsamen
5 Brücke vom Gemenge abgeschirmt werden können. Ein Tiegel mit mehreren Ausläufen hat den Vorteil, dass bei einer komplizierten Heißformgebung, die nur geringe Glasdurchsätze verarbeiten kann, eventuell zwei Linien mit einem Tiegel bedient werden können. Diese Möglichkeit ist dann besonders
10 interessant, wenn das Glas nach dem Einschmelzteil keine Läuterung mehr benötigt, da in diesem Fall nur eine zweite Formgebung notwendig ist und keine kostenaufwendige (wegen Pt) Pt-Läuterkammer.

15 Für eine gute Läuterung des Glases benötigt man eine längere Verweilzeit im Läuteraggregat und dadurch können nur geringere Glasdurchsätze erreicht werden. Die maximale Schmelzleistung des HF-Aggregats kann mit einem Auslauf und einer Läuterkammer nicht ausgenutzt werden, da es an der
20 Leistungsfähigkeit der Läuterkammer fehlen kann. Bei der Verwendung von zwei Ausläufen und entsprechend zwei Läuterkammern kann dieser Nachteil wiederum aufgefangen werden, allerdings sind hier die hohen Pt-Kosten der Läuterkammer mit Nachteilen behaftet. Ebenfalls könnte
25 anstatt mit einer Pt-Läuterkammer mit einem weiteren HF-Aggregat geläutert werden.

Zur Erhöhung des Durchsatzes bzw. der Einschmelzleistung kann entweder die Schmelztemperatur nahezu beliebig erhöht werden,
30 da hier keine Wandkontaktmaterialien als begrenzende Größen vorliegen. Zudem wirkt sich insbesondere bei Glasschmelzen mit hoher Viskosität eine Rührbewegung durch Bubbling günstig auf die Abschmelzleistung aus. Ein solches Bubbling kann in einem Skulttiegel (1) entweder durch wenigstens ein von oben
35 eingesetztes Bubblingrohr oder, so wie in Figur 1

dargestellt, durch im Tiegelboden 1.2 positionierte
Bubblingdüsen 1.6 erfolgen.

Eine weitere Beschleunigung der Abschmelzleistung kann durch
5 Einsatz von zusätzlicher Oberhitze im Bereich der
Gemengeauflage erreicht werden. Hier kann entweder, wie in
Figur 1 gezeigt, ein Brenner 3 oder aber auch eine
elektrische direkte oder indirekte Beheizung eingesetzt
werden.

10

Wird ein Brenner zur Erzeugung der Oberhitze verwendet, so
kann es hilfreich sein, den Skultiegel als Pilzskull, so wie
er in der DE 199 39 772 C2 beschrieben ist, deren Offenbarung
hiermit vollinhaltlich miteinbezogen wird, auszubilden. Bei
15 dieser Ausführungsform werden die gekühlten Metallrohre des
Skultiegels im oberen Tiegelbereich unterhalb der
Schmelzoberfläche in die Horizontale abgebogen, so dass sie
einen gekühlten Kragen kurz unterhalb der Schmelzoberfläche
bilden. Die Temperatur der Schmelze nimmt im Bereich des
20 Kragens nach außen hin ab. Die Glasschmelze kann dabei im
Randbereich des Kragens so weit abgekühlt werden, dass auf
diesen Rand als Fortsetzung der Tiegelwandung im oberen
Tiegelbereich ein Ring aus Feuerfestmaterial aufgesetzt
werden kann. Bei dieser Anordnung sind die gekühlten
25 Metallrohre auf der der Schmelze zugewandten Seite
vollständig mit Glasschmelze bedeckt und damit gegen die
korrodierende Wirkung der Brennerabgase bzw. der
Verdampfungsprodukte aus der Schmelze geschützt. Im Gegenzug
verhindert die Glasschmelze auf den gekühlten Rohren, dass
30 der Oberofenraum durch die Tiegelrohre zu stark abgekühlt
wird.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung
wird im Überlauf- bzw. Auslaufbereich zusätzlich Oberhitze
35 eingesetzt, um eine zu starke Abkühlung der Schmelze in

diesem Bereich zu verhindern und den Glasfluss sicherzustellen. Für die Ausgestaltung des Tiegels 1 mit mehreren Ausläufen 1.5 ist es vorteilhaft, auch jeweils in den zusätzlichen Ausläufen Oberhitze einzubringen, um einen
5 kontinuierlichen Gasfluss aus allen Ausläufen zu ermöglichen. Die Oberhitze kann, so wie in Figur 1 dargestellt, mittels Brenner 4 erzeugt werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung
10 wird vor jedem einzelnen Auslauf 1.5 eine Brücke 2 angeschlossen. Diese Brücken 2 werden zweckmäßigerweise so gestaltet, dass die Fläche aller „toten„ Bereiche 10.3 zusammen möglichst klein gehalten wird, um den Hochfrequenzeintrag in ein möglichst großes Schmelzvolumen
15 und damit eine möglichst hohe Abschmelzrate des Gemenges zu gewährleisten. Es sind aber ohne weiteres auch Ausführungsformen denkbar, bei denen eine durchgehende Brücke für mehrere Ausläufe vorgesehen ist.

20 Die für den speziellen Anwendungsfall günstigste Zahl an Ausläufen, deren Positionierung im oberen Tiegelbereich, die Verwendung einer gemeinsamen oder mehrerer Brücken, sowie die geometrische Gestalt der Brücke(n) hängen vom Einzelfall ab und können vom Fachmann ohne erfinderisches Zutun leicht
25 ermittelt werden.

Figur 7a zeigt einen Einschmelztiegel 1 gemäß der Erfindung in Kombination mit einer Platin-Läuter- 5 und Homogenisierungseinheit 6. Eine solche Anordnung kann
30 beispielsweise als kontinuierliche Schmelzwanne für aggressive, hochreine Gläser eingesetzt werden. Hierbei sind verschiedene Möglichkeiten des Glasübergangs zwischen Einschmelztiegel 1 und Platinläuterkammer 5 denkbar. So kann die Platinläuterkammer 5 beispielsweise direkt an den
35 metallischen Kurzschlussring am äußeren Ende des Glasauslaufs

1.5 des Einschmelztiegels 1 angeflanscht werden. In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform fällt die Schmelze, so wie in Figur 7b dargestellt, in Form eines Glasstrangs frei in die Platinläuterkammer 5 und es gibt keine direkte
5 Verbindung zwischen dem Einschmelztiegel 1 und der nachfolgenden Läu-terkammer 5 und der Homogenisierungsvorrichtung 6. Die Fallhöhe des Glases kann hierbei, da im Gegensatz zur bekannten Vorrichtung, keine Spulenwindungen im Weg sind, so klein gewählt werden, dass
10 der Einschlag von Blasen und die Ausbildung von Schlieren sich in tolerierbaren Grenzen halten.

Für extreme Anforderungen an Reinheit und insbesondere an Platinfreiheit empfiehlt es sich, Glasschmelzanlagen zu
15 verwenden, in welchen zusätzlich zu dem erfindungsgemäßen Einschmelztiegel noch weitere hochfrequenzbeheizte Wannen, Tiegel bzw. Rinnen eingesetzt werden, beispielsweise eine Hochfrequenz-Läu-terrinne, so wie in DE 199 39 782 A1, DE 199 39 784 A1 oder in DE 199 39 786 A1 beschrieben oder ein
20 Hochfrequenz-Läu-tertiegel, so wie aus DE 199 39 772 C1 bekannt, die alle hiermit vollinhaltlich in die vorliegende Offenbarung miteinbezogen werden.

Werden keine allzu hohen Anforderungen an innere Qualität des
25 Glases (Blasen, Schlieren) gestellt - dies trifft zum Beispiel für Lotgläser zu - kann der erfindungsgemäße Einschmelztiegel ohne weitere Zusatzbauteile (Läu-ter-, Homogenisierungstiegel) zum Einschmelzen des Glases verwendet werden.

30

**Ausführungsbeispiel: Einschmelzen hochschmelzender
Alumosilicatgläser**

In einem erfindungsgemäßen Einschmelztiegel, so wie in Figur 1 dargestellt, aus Inconel 600® wurde ein Alumosilicatglas (P1280) DE 19939771.6

mit der Zusammensetzung $\text{SiO}_2=65,0$ Gew.-%; $\text{Al}_2\text{O}_3=22,0$ Gew.-%; $\text{Li}_2\text{O}=3,75$ Gew.-%; $\text{Na}_2\text{O}=0,5$ Gew.-%; $\text{BaO}=2,0$ Gew.-%; $\text{MgO}=0,5$ Gew.-%; $\text{TiO}_2=2,5$ Gew.-%; $\text{ZnO}=1,75$ Gew.-%; $\text{ZrO}_2=1,7$ Gew.-% und $\text{V}_2\text{O}_5=0,3$ Gew.-% geschmolzen.

Das effektive Schmelzvolumen im Tiegel betrug ca. 25 l. Es wurde eine gekühlte Brücke gemäß der in Figur 4 bzw. Figur 3a dargestellten Ausführungsform verwendet. Die Eintauchtiefe der Brücke in der Schmelze betrug bei einem Glasstand im Glasauslauf von ca. 30 mm etwa 50 mm, d. h. die Unterkante der Brücke lag ca. 20 mm unterhalb des Bodens des Glasauslaufs. Damit wurde gewährleistet, dass keine unaufgelösten Gemengereste unter der Brücke hindurch zum Glasauslauf strömen konnten.

Einschmelztiegel, Brücke und Glasauslauf waren analog zu der in Figur 5 dargestellten Ausführungsform miteinander elektrisch kurzgeschlossen.

Das Glas wurde bei einer HF-Frequenz von 386 kHz bei Generatorleistungen von ca. 250 kW geschmolzen. Zusätzlich wurde die Aufschmelzleistung im Einschmelzbereich durch einen Brenner und Bubbling mit Sauerstoff unterstützt. Das geschmolzene Glas wurde gemäß der Erfindung oberhalb der Induktionsspulenordnung abgezogen und, ohne den Spulenbereich zu durchlaufen, der Weiterverarbeitung zugeführt. Dies wurde dadurch realisiert, dass der Boden des Glasauslaufs 30 mm oberhalb des oberen Endes der Induktionsspulenordnung lag. Weiterhin ragte das äußere Ende des Glasauslaufs ca. 70 mm über den äußeren Spulenradius hinaus.

Da es aufgrund der hohen Viskosität solcher Gläser größerer Querschnitte und Durchsätze oder höherer Temperaturen im Überlaufbereich bedarf, wurde zur Unterstützung des
5 Ausströmverhaltens ein Brenner in diesem Bereich eingesetzt.

Die Einschmelzleistung des Schmelzaggregates lag bei dem genannten Schmelzvolumen von 25 l zwischen 0,5 und 2 t Glas/Tag und war damit deutlich höher als bei den eingangs
10 erwähnten konventionellen Schmelzverfahren (1,0 t Glas/Tag bei einem Schmelzvolumen von 90 l).

PATENTANSPRÜCHE

5

1. Verfahren zum schnellen Einschmelzen insbesondere
hochreiner, aggressiver und/oder hochschmelzender Gläser
in einem Skulptiegel,
10 bei welchem zur Beheizung der Schmelze mittels einer den
Skulptiegel umgebenden Spulenordnung Hochfrequenzenergie
in den Tiegelinhalt eingekoppelt wird,
und das Auflegen des Gemenges und das Abführen des
aufgeschmolzenen Glases im oberen Tiegelbereich erfolgen,
15 und unaufgelöste Gemengebestandteile mittels einer
gekühlten Brücke, die in die Schmelze eintaucht,
zurückgehalten werden,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Glas oberhalb der Spulenordnung (1.3) abgezogen
20 und ohne den Spulenbereich zu durchströmen der
Weiterverarbeitung zugeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
25 dass das Glas in einem kontinuierlichen Prozess aus dem
Glasauslauf (1.5) ausströmt in ein fest mit dem
Glasauslauf (1.5) verbundenes Bauteil der nachfolgenden
Verarbeitungsstufe.
- 30 3. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Glas am Glasauslauf (1.5) überströmt und in Form
eines Glasstrangs nach unten fällt.

4. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Glasschmelze während des Aufschmelzens gerührt
wird.
- 5
5. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Glasschmelze über mehrere Ausläufe (1.5.1, 1.5.2)
abgezogen wird.
- 10
6. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 5
dadurch gekennzeichnet,
dass im Gemengebereich und/oder im Überlauf bzw.
Auslaufbereich zusätzlich Oberhitze zum Aufheizen der
15 Glasschmelze eingesetzt wird.
7. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Glas im Anschluss an das Einschmelzen geläutert
20 und homogenisiert oder aber direkt einer
Formgebungseinheit zugeführt wird.
8. Vorrichtung zum schnellen Einschmelzen insbesondere
hochreiner, aggressiver und/oder hochschmelzender Gläser
25 mit
einem Skulptiegel, der von einer Mehrzahl von gekühlten
Metallrohren gebildet wird, die in gegenseitigen Abständen
angeordnet sind,
einer den Skulptiegel umgebenden Spulenanordnung zum
30 Einkoppeln von Hochfrequenzenergie in den Tiegelinhalt,
Einrichtungen zum Auflegen von Gemenge und zum Abführen
des aufgeschmolzenen Glases, die im oberen Tiegelbereich
angeordnet sind,
und einer gekühlten Brücke, die in die Schmelze eintaucht

und das Gemenge von der Einrichtung zum Abführen des
Glases trennt,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Einrichtung zum Abführen des geschmolzenen Glases
ein Glasauslauf (1.5) ist, der oberhalb der
Spulenanordnung (1.3) angeordnet ist und dessen äußeres
Ende über den Außenradius der Induktionsspule (1.3)
hinausragt.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Glasauslauf (1.5) durch die im Auslaufbereich um
vorzugsweise 90° nach außen hin abgeknickten gekühlten
Rohre des Skulttiegels (1) gebildet wird, wobei die
Rohrenden über den äußeren Radius der Spulenanordnung
(1.3) hinausragen.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Rohrenden des Glasauslaufs (1.5) um wenigstens 2
cm über den äußeren Radius der Spulenanordnung (1.3)
hinausragen.

11. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 8 bis
10,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Boden des Glasauslaufs (1.5) wenigstens 2 cm
oberhalb des oberen Endes der Spulenanordnung (1.3) liegt.

12. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 8 bis
11,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Brücke (2) wenigstens 1 cm tief in die Schmelze eingetaucht ist.

13. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 8 bis
5 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Brücke (2) so angeordnet ist, dass ihr unteres
Ende bis ca. 1 - 2 cm unterhalb des Bodens des
Glasauslaufs (1.5) in den Skultiegel (1) hineinragt.
- 10 14. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 8 bis
13,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Brücke (2) aus vertikal nebeneinander
15 angeordneten gekühlten Rohren (2.1) besteht, die an ihren
oberen und unteren Enden so miteinander verbunden sind,
dass der Kühlmittelfluss durch die Rohre (2.1)
mäanderförmig ist.
- 20 15. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 8 bis
14,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Brücke (2) in Draufsicht von oben geradlinig,
rund oder eckig ausgebildet ist.
- 25 16. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 8 bis
15,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Skultiegel (1) mehrere Glasausläufe (1.5)
30 besitzt, wobei entweder jedem Auslauf (1.5) jeweils eine
Brücke (2) zugeordnet ist oder aber eine einzige
gemeinsame Brücke (2) den gesamten Auslaufbereich mit den
mehreren Ausläufen (1.5) vom Gemengebereich abtrennt.

17. Vorrichtung nach Anspruch wenigstens einem der
Ansprüche 8 bis 16,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Rohre des Skulttiegels (1) und der Brücke (2) aus
5 Metall bestehen.
18. Vorrichtung nach Anspruch 17,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Metallrohre des Glasauslaufs (1.5) an ihren
10 äußeren Enden mit einem Kurzschlussring versehen sind.
19. Vorrichtung nach Anspruch 17 oder 18,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Metallrohre (2.1) der Brücke (2) an ihren oberen
15 Enden miteinander elektrisch leitend verbunden sind.
20. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 17 bis
19
dadurch gekennzeichnet,
20 und dass zwischen Glasauslauf (1.5) und Brücke (2) eine
elektrisch leitende Verbindung besteht.
21. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 17 bis
20,
25 **dadurch gekennzeichnet,**
dass die den Glasauslauf (1.5) bildenden abgeknickten
Rohre des Skulttiegels (1) unterhalb des Knicks
untereinander und mit den jeweils ersten dem Glasauslauf
(1.5) benachbarten, nicht abgeknickten, nach oben
30 geführten Rohren des Skulttiegels kurzgeschlossen sind.
22. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 8 bis
21,
dadurch gekennzeichnet,

dass als Röhreinrichtung wenigstens ein von oben in den Skulttiegel (1) eingesetztes Bubblingrohr und/oder am Tiegelboden (1.2) angeordnete Bubblingdüsen (1.6) vorgesehen sind.

5

23. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 8 bis 22,

dadurch gekennzeichnet,

10 dass im Oberofenraum im Gemengebereich und/oder im Überlauf bzw. Auslaufbereich Einrichtungen zur Erzeugung von Oberhitze vorgesehen sind.

24. Vorrichtung nach Anspruch 23,

dadurch gekennzeichnet,

15 dass diese Einrichtungen Gasbrenner (3,4) sind.

25. Vorrichtung nach Anspruch 23 oder 24,

dadurch gekennzeichnet,

20 dass der Skulttiegel (1) als Pilztiegel ausgebildet ist.

26. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 8 bis 25,

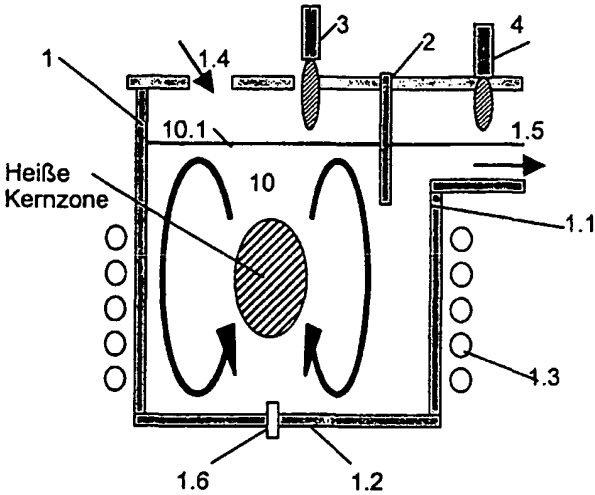
dadurch gekennzeichnet,

25 dass dem Einschmelztiegel (1) eine Läuter- (5) und eine Homogenisierungseinheit (6) oder direkt eine Formgebungseinheit nachgeschaltet ist.

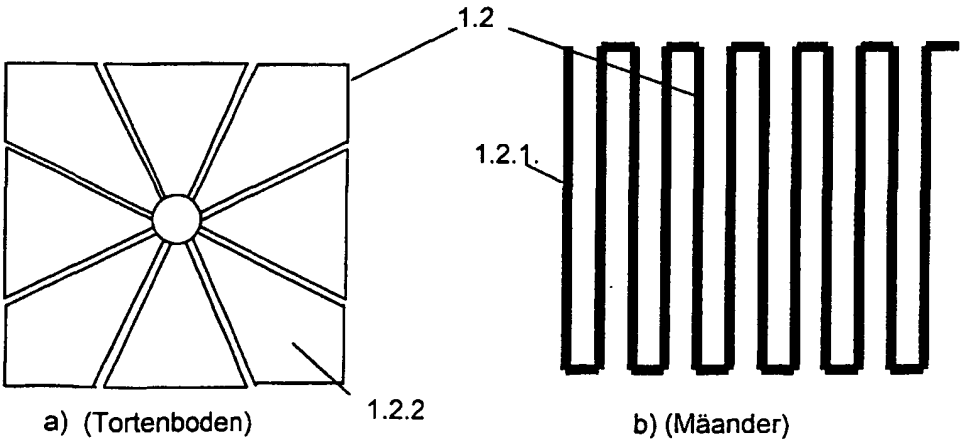
27. Vorrichtung nach Anspruch 26,

dadurch gekennzeichnet,

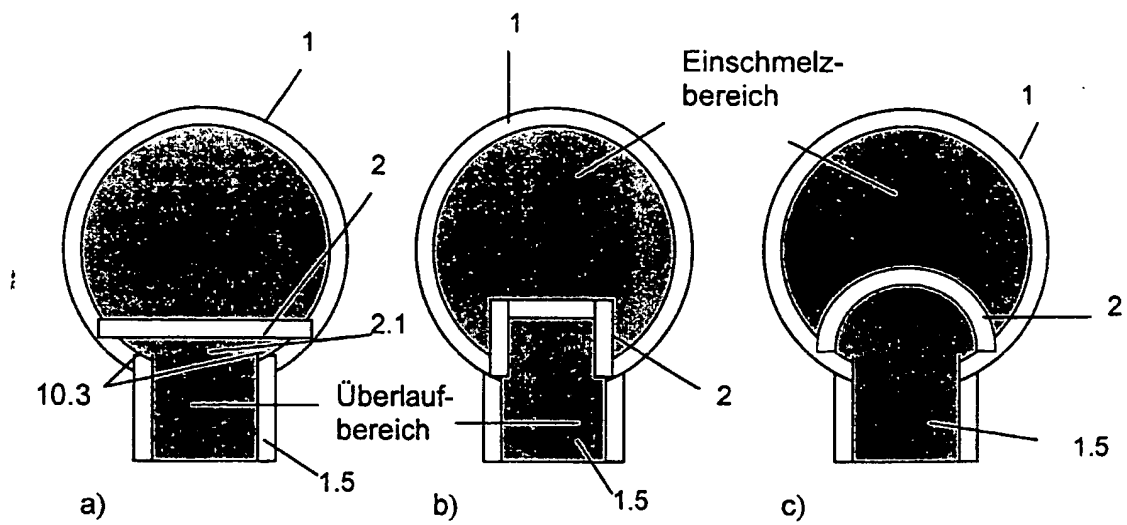
30 dass die Läutereinheit (5) und/oder Homogenisierungseinheit (6) als hochfrequenzbeheizte Skull-Rinne oder hochfrequenzbeheizter Skull-Tiegel ausgebildet sind.



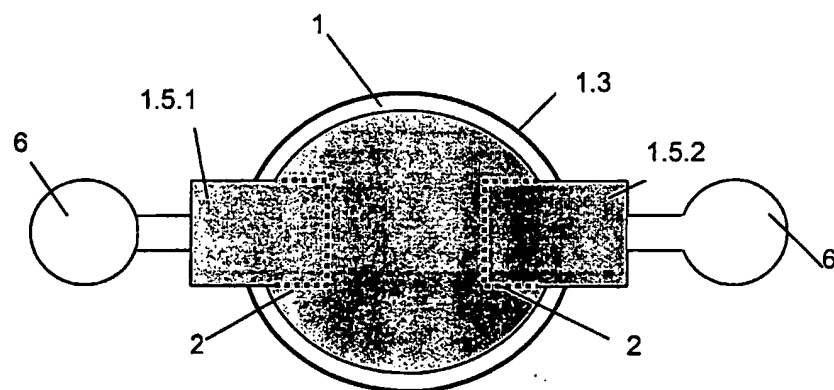
Figur 1



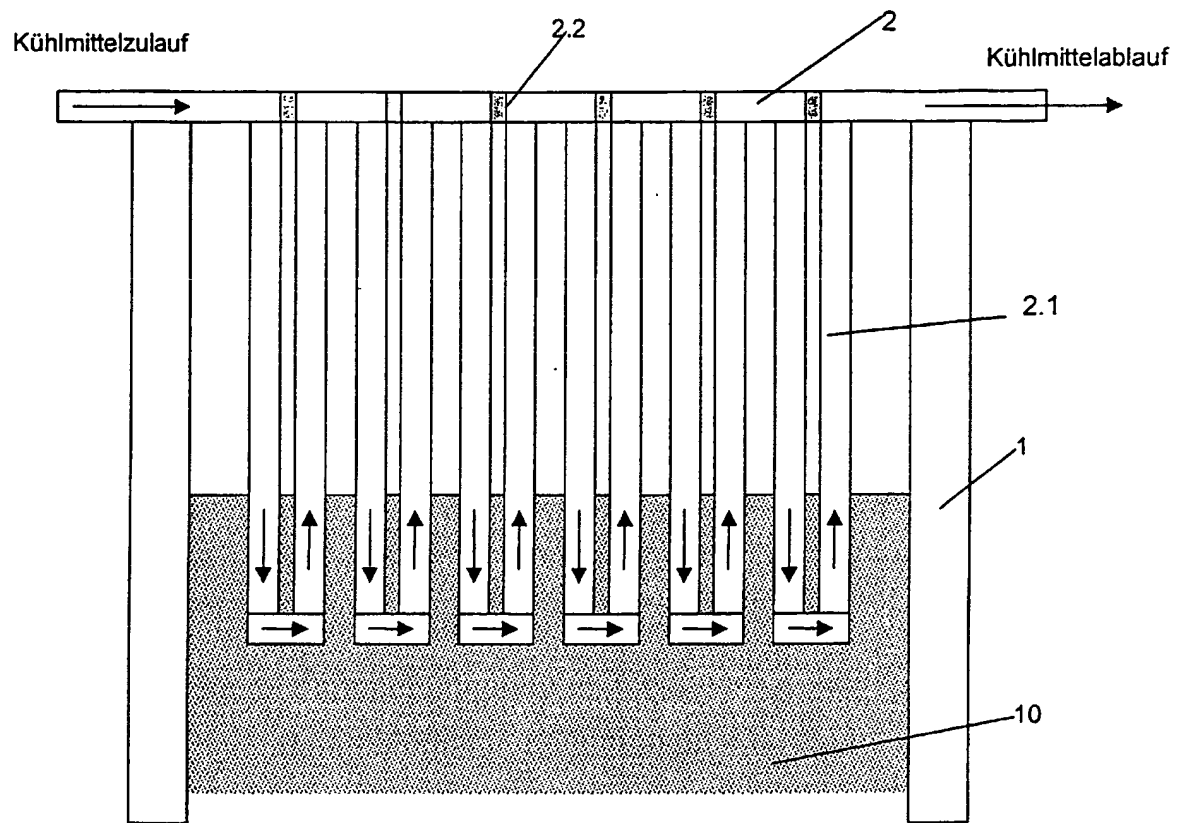
Figur 2



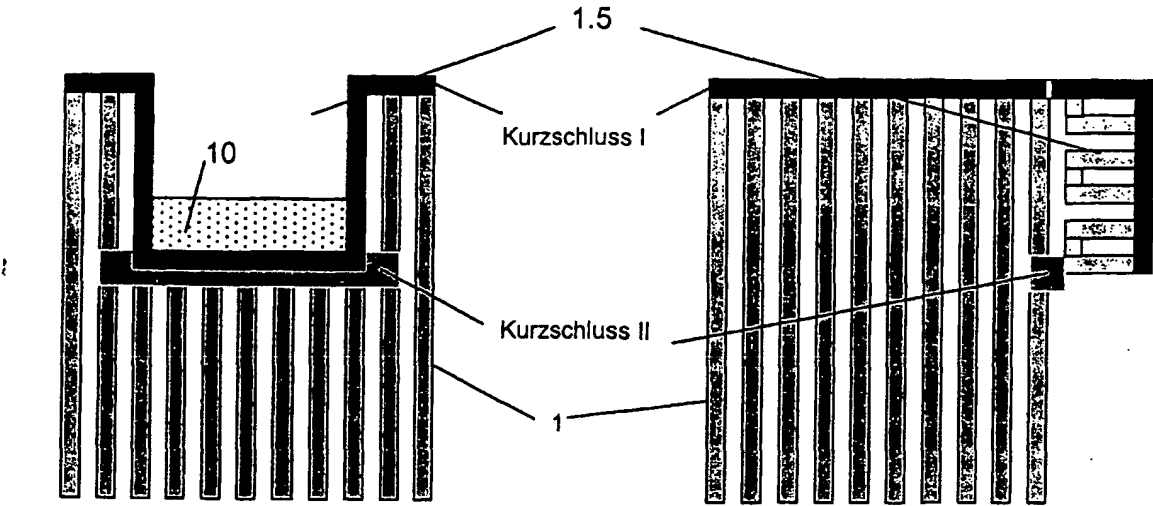
Figur 3



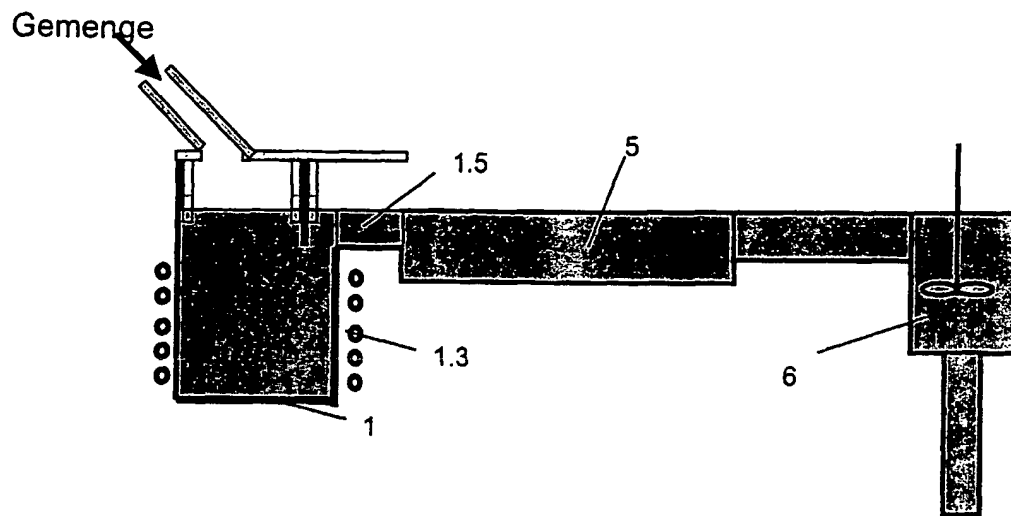
Figur 6



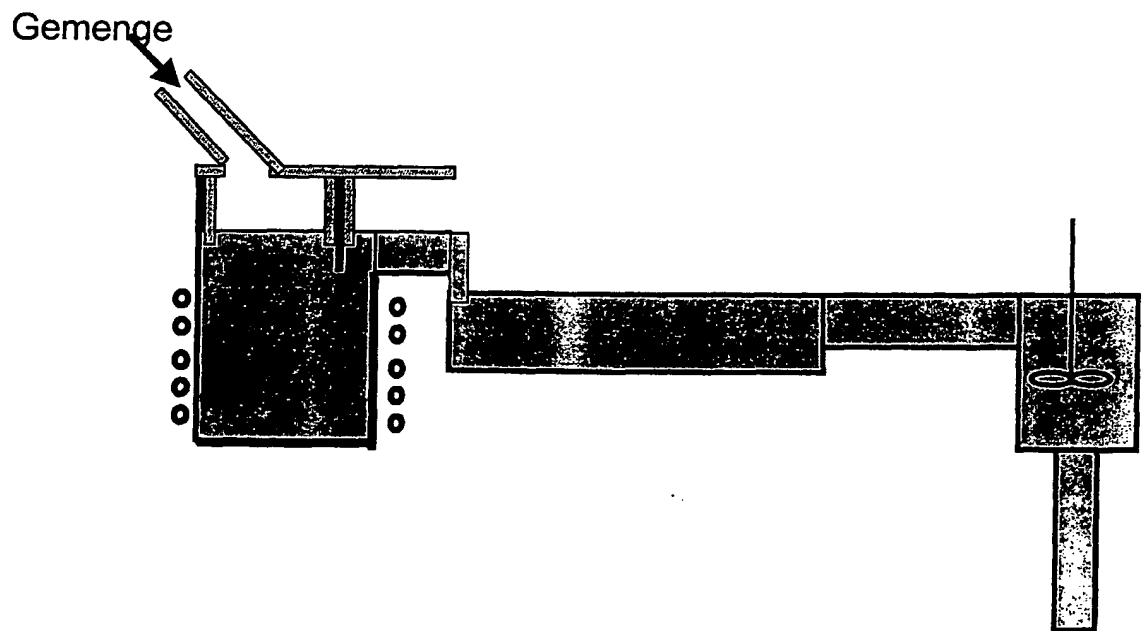
Figur 4



Figur 5



Figur 7a



Figur 7b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internl	Applicational No
PCT/EP 02/11006	

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 C03B5/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 IPC 7 C03B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 2 589 228 A (CEA) 30 April 1987 (1987-04-30) page 11, line 14 -page 12, line 16; figure 1 ---	1,3,7,8, 11-13, 26,27
X	FR 2 561 761 A (CEA) 27 September 1985 (1985-09-27) page 6, line 15 -page 7, line 6; figure 7 ---	1,3,8, 11,12
A	GB 627 863 A (GLASS FIBERS INC) 17 August 1949 (1949-08-17) page 2, column 8 -column 67; figure 1 ----- -/--	1,8

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

5 February 2003

Date of mailing of the international search report

17/02/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Stroud, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Interf. Application No
PCT/EP 02/11006

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PETROV YU.B. ET AL.: "Continuous casting glass melting in a cold crucible induction furnace" XV INT CONGRESS ON GLASS PROCEEDINGS, vol. 3A, 1989, pages 72-77, XP000075308 LENINGRAD, SU cited in the application figure 1 ---	1,8
A	EP 1 078 890 A (SCHOTT GLAS) 28 February 2001 (2001-02-28) figure 4 ---	1,8
A	DE 199 39 785 A (SCHOTT GLAS) 22 February 2001 (2001-02-22) figure 1 ---	1,8
A	WO 01 14265 A (SCHOTT GLAS) 1 March 2001 (2001-03-01) figure 4 ---	1,8
P,X	DE 101 38 109 A (SCHOTT GLAS) 12 September 2002 (2002-09-12) paragraphs '0048!-'0053!; figure 2 ---	1,2,7,8, 11,12, 15,17, 26,27
P,A	DE 100 41 757 C (SCHOTT GLAS) 21 February 2002 (2002-02-21) figures 1,3,6 -----	1,8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 02/11006

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2589228	A	30-04-1987	FR 2589228 A1	30-04-1987
FR 2561761	A	27-09-1985	FR 2561761 A1	27-09-1985
GB 627863	A	17-08-1949	FR 938522 A	26-10-1948
EP 1078890	A	28-02-2001	DE 19939773 A1	22-02-2001
			EP 1078890 A1	28-02-2001
			JP 2001080921 A	27-03-2001
DE 19939785	A	22-02-2001	DE 19939785 A1	22-02-2001
			AU 6838900 A	19-03-2001
			WO 0114266 A1	01-03-2001
			EP 1206419 A1	22-05-2002
WO 0114265	A	01-03-2001	DE 19939772 C1	03-05-2001
			AU 6442400 A	19-03-2001
			CN 1367761 T	04-09-2002
			WO 0114265 A1	01-03-2001
			EP 1206417 A1	22-05-2002
DE 10138109	A	12-09-2002	DE 10138109 A1	12-09-2002
DE 10041757	C	21-02-2002	DE 10041757 C1	21-02-2002
			AU 8762001 A	04-03-2002
			WO 0216274 A1	28-02-2002

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/11006

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 C03B5/02		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 C03B		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	FR 2 589 228 A (CEA) 30. April 1987 (1987-04-30) Seite 11, Zeile 14 -Seite 12, Zeile 16; Abbildung 1 ---	1,3,7,8, 11-13, 26,27
X	FR 2 561 761 A (CEA) 27. September 1985 (1985-09-27) Seite 6, Zeile 15 -Seite 7, Zeile 6; Abbildung 7 ---	1,3,8, 11,12
A	GB 627 863 A (GLASS FIBERS INC) 17. August 1949 (1949-08-17) Seite 2, Spalte 8 -Spalte 67; Abbildung 1 --- -/--	1,8
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen </div> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie </div> </div>		
<div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>*A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>*E* Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>*L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>*O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>*P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>*T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>*X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>*Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>*Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p> </div> </div>		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 5. Februar 2003		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 17/02/2003
Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5618 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Stroud, J

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PETROV YU.B. ET AL.: "Continuous casting glass melting in a cold crucible induction furnace" XV INT CONGRESS ON GLASS PROCEEDINGS, Bd. 3A, 1989, Seiten 72-77, XP000075308 LENINGRAD, SU in der Anmeldung erwähnt Abbildung 1 ---	1,8
A	EP 1 078 890 A (SCHOTT GLAS) 28. Februar 2001 (2001-02-28) Abbildung 4 ---	1,8
A	DE 199 39 785 A (SCHOTT GLAS) 22. Februar 2001 (2001-02-22) Abbildung 1 ---	1,8
A	WO 01 14265 A (SCHOTT GLAS) 1. März 2001 (2001-03-01) Abbildung 4 ---	1,8
P,X	DE 101 38 109 A (SCHOTT GLAS) 12. September 2002 (2002-09-12) Absätze '0048!-'0053!; Abbildung 2 ---	1,2,7,8, 11,12, 15,17, 26,27
P,A	DE 100 41 757 C (SCHOTT GLAS) 21. Februar 2002 (2002-02-21) Abbildungen 1,3,6 -----	1,8

INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/11006

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
FR 2589228	A	30-04-1987	FR	2589228 A1	30-04-1987
FR 2561761	A	27-09-1985	FR	2561761 A1	27-09-1985
GB 627863	A	17-08-1949	FR	938522 A	26-10-1948
EP 1078890	A	28-02-2001	DE	19939773 A1	22-02-2001
			EP	1078890 A1	28-02-2001
			JP	2001080921 A	27-03-2001
DE 19939785	A	22-02-2001	DE	19939785 A1	22-02-2001
			AU	6838900 A	19-03-2001
			WO	0114266 A1	01-03-2001
			EP	1206419 A1	22-05-2002
WO 0114265	A	01-03-2001	DE	19939772 C1	03-05-2001
			AU	6442400 A	19-03-2001
			CN	1367761 T	04-09-2002
			WO	0114265 A1	01-03-2001
			EP	1206417 A1	22-05-2002
DE 10138109	A	12-09-2002	DE	10138109 A1	12-09-2002
DE 10041757	C	21-02-2002	DE	10041757 C1	21-02-2002
			AU	8762001 A	04-03-2002
			WO	0216274 A1	28-02-2002

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.